

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-70787

(43) 公開日 平成7年(1995)3月14日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 5 D 5/48				
C 2 3 C 26/00	K			
C 2 3 F 15/00		8414-4K		
C 2 5 D 5/26	D			
5/50				

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平6-166346	(71) 出願人	591006520 株式会社興和工業所 愛知県名古屋市瑞穂区二野町2番28号
(22) 出願日	平成6年(1994)6月23日	(72) 発明者	末廣 篤夫 名古屋市瑞穂区二野町2番28号 株式会社 興和工業所内
(31) 優先権主張番号	特願平5-187234	(72) 発明者	小柏 典夫 名古屋市瑞穂区二野町2番28号 株式会社 興和工業所内
(32) 優先日	平5(1993)6月29日	(74) 代理人	弁理士 鍛田 充生 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 耐蝕性鉄系部材およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 硬質クロムメッキ層の厚みが小さくても鉄系基材の耐蝕性を高める。

【構成】 シリンダーロッドなどの鉄系基材を硬質クロムメッキし、高周波加熱またはベーキングにより150℃以上の温度で熱処理した後、樹脂による含浸工程に供し、パフ仕上げすることにより、耐蝕性部材を製造する。熱処理温度は、例えば、170～600℃程度である場合が多い。前記含浸工程では減圧下で熱硬化性樹脂を含浸させてもよい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 腐蝕性鉄系基材を硬質クロムメッキし、150℃以上の温度で熱処理した後、樹脂又は封止剤を含浸して、バフ仕上げする耐蝕性部材の製造方法。

【請求項2】 円筒状ロッドを硬質クロムメッキして10～100μmの硬質クロムメッキ層を形成するメッキ処理工程と、170～600℃で熱処理する加熱処理工程と、少なくとも減圧下で熱硬化性樹脂又は封止剤を含浸させる含浸工程と、含浸した樹脂又は封止剤を硬化させる硬化工程と、バフ仕上げする仕上げ工程とで構成されている請求項1記載の耐蝕性部材の製造方法。

【請求項3】 鉄系基材がシリンダーロッドである請求項1記載の耐蝕性部材の製造方法。

【請求項4】 温度180～300℃で30分～12時間熱処理する請求項1記載の耐蝕性鉄系部材の製造方法。

【請求項5】 アクリル又はメタクリル系のオリゴマー又はモノマーで構成され、25℃での粘度が1～50cpsの熱硬化性樹脂又は封止剤を用いる請求項1記載の耐蝕性部材の製造方法。

【請求項6】 含浸を0.1～100Torrの減圧下で行なう請求項1記載の耐蝕性鉄系部材の製造方法。

【請求項7】 バフ仕上げにより5～95μmの硬質クロムメッキ層を形成する請求項2記載の耐蝕性鉄系部材の製造方法。

【請求項8】 鉄系基材を硬質クロムメッキして15～60μmの硬質クロムメッキ層を形成するメッキ処理工程と、180～300℃で熱処理する加熱処理工程と、1～50Torrの減圧下で、25℃での粘度1～15cpsの熱硬化性樹脂又は封止剤を含浸させる含浸工程と、含浸した樹脂又は封止剤を硬化させる硬化工程と、バフ仕上げする仕上げ工程とで構成された腐蝕性鉄系基材の製造方法。

【請求項9】 腐蝕性鉄系円筒状ロッドを硬質クロムメッキし、メッキ処理したロッドを温度150℃以上で熱処理し、加熱処理したロッドに熱硬化性樹脂又は封止剤を含浸させ、含浸処理したロッドをバフ仕上げすることにより得られる耐蝕性鉄系部材であって、JIS H 8502に規定するキャス試験を96時間行なったとき、レイティングナンバーが9.0～10.0、JIS H 8502に規定する塩水噴霧試験を1200時間行なったとき、レイティングナンバーが9.8～10.0である耐蝕性鉄系部材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、耐蝕性鉄系部材およびその製造方法に関する。特に、建設機械、産業機械、産業車両などに使用されるシリンダーロッドなどの鉄系基材に、高い耐蝕性を付与できる耐蝕性部材の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、パワーシャベルなどの建設機械の油圧機などには、ピストンロッドなどのシリンダーロッドが使用されている。シリンダーに対して摺動する前記ロッドには、硬度、耐摩耗性が高いこと、表面精度を含めた寸法精度が高いことなどの特性が要求される。そこで、シリンダー用ロッドは、通常、鉄系材料からなるロッドに硬質クロムメッキを施すことにより製造されている。

【0003】しかし、硬質クロムメッキにより形成されたメッキ層には、他の電気メッキ層と異なり、メッキ層の厚みが100μm程度であっても、クラック、ピンホールやピットなどの多数の欠陥部が生成する。従って、硬質クロムメッキを施したロッドは、種々の優れた特性を有するにも拘らず、腐蝕し、錆が発生し易い。特に、塩化ナトリウムなどの塩化物、酸の存在下や高温多湿環境下では、前記数多くの欠陥部に起因して、ロッドが著しく腐蝕する。ロッドが腐蝕すると、シリンダーとの摺動により傷が発生し、油洩れなどの原因となる。

【0004】なお、硬質クロムメッキ物の腐蝕を防止するため、防錆剤を塗布し、クラックなどの欠陥部に浸透させることが行なわれているが、根本的な解決法とは言い難い。また、硬質クロムメッキ物の腐蝕を防止するため、厚み0.05～0.1mm程度のメッキ層を形成することが行なわれている。しかし、メッキ層の厚みを大きくすると、生産性が低下する。

【0005】特公平3-14913号公報には、高品質の鏡面クロムメッキを施す方法に関し、マイクロクラックタイプのクロムメッキ浴を用いて、鉄製基材の表面に、仕上りメッキ層の約2倍の厚さのメッキ層を形成し、苛酷な条件（使用標準温度の上限値よりも40～60℃高い温度で40～50時間）でベーキングした後、メッキ層の40～50%を研磨などにより除去し、温和な条件（使用標準温度の上限値よりも10～20℃高い温度で20～30時間）でベーキングし、仕上げ研磨する方法が開示されている。

【0006】しかし、この方法では、厚みの大きなメッキ層を形成し、しかも40～50%のメッキ層を除去する必要があるため、経済的でないばかりか、メッキ処理、メッキ層の除去に長時間を要する。しかも、2度に亘るベーキングに長時間を必要とする。そのため、ドラムやロールなどの生産性が著しく低下する。さらに、前記先行文献には、耐蝕性に関して何ら記載されていない。

【0007】特開昭60-33369号公報には、金属をクロムメッキし、120±10℃で15～30分間加熱してメッキにより生成した水素ガスを除去し、不飽和ポリエステル20～80重量%およびジアリルフタレート80～20重量%の混合物で構成された防蝕組成物を塗着する防蝕方法が開示されている。しかし、得られた

金属部材は、後述する比較例で示されるように、耐蝕性が十分でない。

【0008】本出願人は、シリンダーロッドの耐蝕性を向上させるため、特開平4-160197号公報において、シリンダーロッドを硬質クロムメッキし、ペーキング処理することを提案した。本発明は、硬質クロムメッキが施されたシリンダーロッドなどの鉄系基材の耐蝕性をさらに向上させるためになされたものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】すなわち、本発明の目的は、硬質クロムメッキ層の厚みが小さくても、極めて高い耐蝕性を有する耐蝕性鉄系部材とその製造方法を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、腐蝕性を有する鉄系基材であっても、ステンレススチールと同等又はそれ以上の耐蝕性を有する耐蝕性鉄系部材とその製造方法を提供することにある。

【0011】本発明のさらに他の目的は、前記の如き優れた特性を有するシリンダーロッドを製造する上で有用な耐蝕性鉄系部材の製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記目的を達成するため、鋭意検討の結果、硬質クロムメッキを施した後、特定の温度で加熱処理し、樹脂を含浸させると、耐蝕性が顕著に向上することを見だし、本発明を完成した。

【0013】すなわち、本発明の方法では、鉄系基材を硬質クロムメッキし、150℃以上の温度で加熱した後、樹脂又は封止剤による含浸工程及びバフ仕上げ工程に供することにより、耐蝕性部材を製造する。

【0014】このような方法において、クロムメッキにより形成される硬質クロムメッキ層の厚みは、例えば、10～100μm程度であってもよく、加熱温度は、例えば、170～600℃程度であってもよい。また、樹脂および封止剤としては熱硬化性樹脂も使用でき、減圧下で樹脂を含浸させることができる。

【0015】本発明の方法では、極めて高い耐蝕性を付与でき、例えば、JIS H 8502に規定するキャス試験を96時間行なったとき、レイティングナンバーが9.0～10.0程度の耐蝕性鉄系部材、JIS H 8502に規定する塩水噴霧試験を1200時間行なったとき、レイティングナンバーが9.8～10.0程度の耐蝕性鉄系部材を得ることもできる。そのため、耐蝕性鉄系部材は、苛酷な条件下でも高い耐蝕性が要求される部材、例えば、ピストンロッドなどのシリンダーロッドとして適している。

【0016】前記鉄系基材は、種々の鉄系材料、例えば、低炭素鋼、高炭素鋼、焼入れ鋼、高速度鋼、クロム鋼、ニッケル鋼、ニッケル・クロム鋼、ニッケル・クロム・モリブデン鋼、タングステン鋼などで形成できる。

本発明の方法によれば腐蝕性部材に顕著に改善された耐蝕性を付与できるので、本発明は腐蝕性鉄系基材に好適に適用される。

【0017】前記鉄系基材の形状は、特に制限されず、平板状、湾曲板状、断面多角形状、円筒状、中空状などであってもよい。高い耐蝕性が要求される鉄系基材には、円筒状ロッドなどのロッド状基材（例えば、ピストンロッドなどのシリンダーロッドなど）などが含まれる。

【0018】なお、クロムメッキに先立って、前記鉄系基材は、通常、前処理工程に供される。この前処理工程において、前記鉄系ロッドは、通常、有機溶剤、アルカリ浸漬、アルカリ電解脱脂などによる脱脂処理、必要に応じて、塩酸、硫酸などの酸による酸洗処理を行なってもよい。

【0019】また、必要に応じて、クロムメッキに先立って、前記鉄系基材を研磨工程に供してもよい。鉄系基材の研磨は、慣用の方法、例えば、研磨力の大きな円筒研磨（リングバフ）、バーチカル研磨など；エメリーバフ研磨、ベルト研磨、フラップホイール研磨などの粗研磨；綿バフ、サイザルバフ、これらを組合せた中研磨や仕上げ研磨などを単独で、または組合せて行なうことができる。なお、中研磨、仕上げ研磨は、クローズドフェース、オープンフェース、ユニットフェースタイプのいずれであってもよい。

【0020】クロムメッキに先立って、鉄系基材は、メッキ下地調整のため、陽極酸化によるエッチング処理に供してもよい。陽極酸化によるエッチング処理は、例えば、鉄系基材を陽極として、温度30～60℃程度、電流密度10～50A/dm<sup>2</sup>程度、時間10～600秒程度の条件で電解処理することにより行なうことができる。なお、陽極酸化によるエッチング処理に代えて、または陽極酸化によるエッチング処理と共に、塩酸、硫酸などに浸漬する酸浸漬処理を行なってもよい。

【0021】前記鉄系基材は、硬質クロムメッキ処理に供される。クロムメッキ浴の組成は特に制限されず、慣用のメッキ浴が使用できる。メッキ浴としては、例えば、無水クロム酸CrO<sub>3</sub>、硫酸を含むサージェント浴；無水クロム酸CrO<sub>3</sub>、硫酸に加えて、ケイフッ化ナトリウムやケイフッ化カリウムなどを含むケイフッ化浴などであってもよい。また、クロムメッキ浴は、ケイフッ酸、フッ化アンモニウム、硫酸ストロンチウム、クエン酸、酒石酸、シュウ酸、ギ酸などの少なくとも1つの成分を含んでいてもよい。メッキ浴は、通常、三価クロムを0.1～3g/L程度含む場合が多い。

【0022】メッキ浴、例えば、サージェント浴における無水クロム酸と硫酸との割合は、通常、無水クロム酸：硫酸＝100：0.8～1.5（g/L）程度である。耐蝕性を高めるためには、無水クロム酸100g/Lに対する硫酸量は、0.9～1.3g/L、好まし

くは 1.0~1.25 g/L 程度である。硫酸量が少なくなるにつれて、被覆力が向上するが、耐蝕性が低下し易く、硫酸量が多くなるにつれて、耐蝕性が向上するが、密着性、メッキ層の均一性が低下し易くなる。

【0023】なお、メッキ浴は、高濃度浴、標準浴、低濃度浴のいずれであってもよく、無水クロム酸濃度は、通常 100~400 g/L、好ましくは 150~350 g/L、さらに好ましくは 200~300 g/L 程度である。

【0024】硬質クロムメッキに際しては、陽極として、鉛合金、鉄などを、適宜配置して使用できると共に、メッキ部を均一化するため、補助陰極、遮蔽板などを使用できる。

【0025】メッキ条件は、浴の組成などに応じて選択でき、通常、メッキ温度 20~70℃、好ましくは 40~65℃程度、電流密度 10~100 A/dm<sup>2</sup>、好ましくは 30~60 A/dm<sup>2</sup> 程度である。また、メッキ時間は、浴の温度、電流効率、所望するメッキ膜厚などに応じて選択できる。

【0026】メッキによる硬質クロムメッキ層の厚みは、耐蝕性を損わない範囲で選択でき、例えば、10~200 μm、好ましくは 10~150 μm、さらに好ましくは 10~100 μm 程度である。特に好ましい硬質クロムメッキ層の厚みは、15~75 μm (例えば、25~75 μm 程度)、なかでも 15~60 μm 程度である。硬質クロムメッキ層の厚みが小さい場合には、耐蝕性が低下し易く、厚過ぎる場合には、経済的でないばかりか、メッキに長時間を要し、生産性が低下する。なお、前記のような厚みのメッキ層は、例えば、1~2 時間程度で形成できる。

【0027】顕微鏡観察によると、硬質クロムメッキ層には、腐蝕の原因となる多数のクラックやピンホールなどが存在する。また、前記先行文献にも記載されているように、硬質クロムメッキ層を加熱処理すると、一般にクラックが成長する。

【0028】しかし、硬質クロムメッキ処理した鉄系基材を加熱処理し、樹脂を含浸することにより、硬質クロムメッキ層の膜厚が薄くても、高い耐蝕性を鉄系基材に付与できる。さらに、前記先行文献のように、厚みの大きな硬質クロムメッキ層を形成し、二度に亘る研磨及びベーキングを行なうことなく、苛酷な条件で使用される建設機械などのシリンダーピストンロッドなどとして使用しても、耐蝕性が著しく高い。

【0029】本発明の特色は、(1) 硬質クロムメッキ処理した後、加熱処理し、樹脂含浸工程に供することにより、鉄系基材の耐蝕性を高める点にある。このような方法では、硬質クロムメッキ層の厚みが小さくても、耐蝕性が著しく改善される。

【0030】加熱処理は、例えば、ベーキング、誘導加熱 (例えば高周波加熱など) の種々の加熱方法が採用で

き、その種類は特に制限されない。好ましい加熱処理には、ベーキング処理及び高周波加熱処理が含まれる。

【0031】加熱温度は、耐蝕性を向上できる範囲、例えば、150℃以上 (例えば、150~800℃)、好ましくは 170~600℃、特に 180~300℃程度の範囲から適当に選択できる。加熱温度が 150℃未満では、耐蝕性を高めるのに長時間を要し、800℃を越えると過度な温度となり作業性が低下し易くなる。

【0032】加熱温度は、加熱方法に応じて選択することもできる。例えば、ベーキング処理の場合には、伝熱効率が小さく高温で加熱すると熱エネルギーの損失が大きくなり易い。そのため、ベーキング温度は、通常、150~400℃、好ましくは 170~350℃、さらに好ましくは 180~300℃ (例えば、200~300℃) 程度の範囲内で選択するのが好ましい。特に好ましいベーキング温度は 220~300℃である。ベーキング時間は、ベーキング温度に応じて、例えば、30分~12時間、好ましくは 1~10時間、さらに好ましくは 2~8時間程度の範囲で選択できる。

【0033】ベーキングは、赤外線加熱炉、熱風炉、電気炉などの種々の加熱炉を用いて行なうことができる。

【0034】一方、誘導加熱による場合には、短時間内に効率よくシリンダーロッドなどの鉄系基材を加熱処理できるので、耐蝕性鉄系部材の生産性を著しく向上させることができる。特に高周波加熱は、加熱処理効率が高い。高周波加熱の場合、加熱温度は、150~800℃、好ましくは 170~600℃、さらに好ましくは 210~600℃、特に 220~600℃程度の範囲内で適当に選択できる。なお、高周波加熱の場合には、加熱温度を直接測定するのが困難であるが、鉄系基材の表面温度を加熱温度とすることができる。

【0035】高周波加熱による加熱の程度は、例えば、コイルの内径、コイルの幅、高周波発生機の出力、周波数、鉄系基材とコイルとの相対的送り速度などを調整することにより、任意に制御できる。なお、これらのファクターは相互に関連しているので、熱処理に際して、1つのファクターのみを独立して決定できるものではない。

【0036】以下、鉄系基材として外径 30~100 mm φ のロッドを用いる場合、高周波加熱条件の一例を、より具体的に説明する。コイルとシリンダーロッドとの距離が大きくなるにつれて、誘導電流が小さくなり、表面温度の上昇が抑制されるので、コイルとシリンダーロッドとの距離は、熱処理の程度に応じて、例えば、10~50 mm、好ましくは 15~30 mm 程度の範囲で選択できる。

【0037】また、コイルの幅は、熱処理時間、およびシリンダーロッドとコイルとの相対的送り速度に関連する。コイルの長さが小さい場合や送り速度が大きい場合には、発熱の程度が小さくなる。そのため、コイルの長

さは、送り速度との関係で適当に選択できるが、通常10～50mm程度で十分である。なお、シリンダーロッドとコイルとの相対的送り速度は、例えば、0.1～5m/分、好ましくは0.5～5m/分程度とすることができる。高周波加熱によると、ベーキング処理に比べて送り速度を大きくできるので、耐蝕性に優れたシリンダーロッドを連続的に効率よくかつ短時間内に製造できる。

【0038】高周波発生機の出力は、誘導電流のエネルギーに比例するので、出力が大きい程、シリンダーロッドの表面温度が高くなる。高周波発生機の出力は、例えば、30～150kw程度の範囲内で選択できる。周波数が小さくなると、シリンダーロッドの深部にまで誘導電流が流れ、局部的な温度上昇が抑制されるようである。周波数は、例えば、3kHz～1MHz、好ましくは4～100kHz、さらに好ましくは4～10kHz程度の範囲で選択できる。

【0039】なお、誘導加熱により熱処理する場合、シリンダーロッドなどの鉄系基材の大きさ、所望する熱処理の程度などに応じて、前記条件は適宜選択できる。

【0040】鉄系基材が焼入れ鋼である場合、前記加熱処理は、鉄系素地の焼戻し温度を越えない温度で行なうのが好ましい。加熱処理後、通常、メッキ物は徐冷される。

【0041】本発明における前記加熱時間は、前記先行技術文献に記載のベーキング時間よりも著しく短い。しかも、本発明においては、1回の加熱処理により耐蝕性が著しく向上する。さらに、硬質クロムメッキ層を熱処理（ベーキング）する熱処理工程と、樹脂含浸工程とを組合せると、鉄系基材にステンレススチールと何ら遜色のない耐蝕性を長期間に亘り付与でき、耐蝕性が格段に向上させることができる。

【0042】樹脂含浸工程において、樹脂又は封止剤を含浸させると、硬質クロムメッキ層の多数のクラックやピンホールなどが埋設されるためか、鉄系基材の耐蝕性が顕著に向上する。前記含浸処理に含浸剤として使用する樹脂又は封止剤は、耐蝕性を付与できる樹脂であればよく、例えば、ポリ酢酸ビニル、エチレン酢酸ビニル共重合体、ポリ塩化ビニル、塩化ビニル酢酸ビニル共重合体、ポリビニルアセタール、アクリル樹脂、スチレン系ポリマー、ポリエステル、ポリアミド、シリコン樹脂などの熱可塑性樹脂；熱硬化性アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル、ジアリルフタレート樹脂、熱硬化性シリコン樹脂、ポリイミド、メラミン樹脂、尿素樹脂などが例示される。なお、熱硬化性樹脂又は封止剤は、樹脂の種類に応じて、硬化剤や架橋剤を含んでいてもよい。

【0043】好ましい樹脂又は封止剤には、耐蝕性の高い樹脂、例えば、熱硬化性アクリル樹脂などの熱硬化性

樹脂が含まれる。さらに、好ましい熱硬化性アクリル樹脂は、アクリル又はメタクリル系のオリゴマー及び／又はアクリル又はメタクリル系のモノマーで構成できる。

（メタ）アクリル系オリゴマー及びモノマーには、例えば、2以上の（メタ）アクリロイル基を有する多官能性オリゴマー（例えば、エポキシアクリレート、オリゴエステルアクリレート、ウレタンアクリレートおよびこれらに対応するメタクリレートなど）、2以上の（メタ）アクリロイル基を有する多官能性モノマー（例えば、エチレングリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、プロピレングリコールジアクリレート、ジプロピレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、テトラメチレングリコールジアクリレート、ヘキサジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、2, 2-ビス（4-アクリロイルオキシエトキシフェニル）プロパン、2, 2-ビス（4-アクリロイルオキシジエトキシフェニル）プロパン、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレートおよびこれらに対応するメタクリレートなど）、単官能性（メタ）アクリレート（例えば、メチルアクリレート、エチルアクリレート、ブチルアクリレート、ヘキシルアクリレート、オクチルアクリレート、フェニルアクリレート、ベンジルアクリレートおよびこれらに対応するメタクリレートなど）が含まれる。これらの化合物は単独で又は二種以上組合せて使用できる。

【0044】硬質クロムメッキ層への含浸効率を高めるため、液状の樹脂又は封止剤、特に不揮発性液状樹脂又は封止剤が好ましい。前記樹脂及び封止剤は、溶液又は分散液、特に水溶液又は有機溶媒溶液として使用してもよい。溶媒としては、前記樹脂の種類に応じて、例えば、水、脂肪族又は脂環族炭化水素類、芳香族炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、アルコール類、エステル類、ケトン類、エーテル類などの有機溶媒やこれらの混合溶媒が使用できる。含浸剤中の不揮発性樹脂又は封止剤の含有量は、例えば、0.1～100重量%、好ましくは10～100重量%、さらに好ましくは50～100重量%程度である。含浸剤としての樹脂又は封止剤の粘度は、含浸性に悪影響を及ぼさない範囲で選択でき、例えば、25℃において約1～50cps、好ましくは1～30cps、さらに好ましくは1～15cps程度である。

【0045】なお、前記樹脂は、必要に応じて、安定化剤、老化防止剤、着色剤などの添加剤を含んでいてもよい。

【0046】樹脂含浸は、慣用の方法、例えば、常圧下での浸漬法などによって行なってもよいが、樹脂を効率

よく含浸させるため、減圧又は加圧下で含浸するのが好ましい。含浸は、通常、少なくとも減圧下で行なわれる。また、含浸処理に先だって、鉄系基材を減圧脱気処理し、含浸処理に供するのも好ましい。これらの樹脂含浸法は、組合せて行なうことができる。

【0047】減圧下での樹脂の含浸は、(1)クロムメッキ処理した鉄系基材と樹脂又は封止剤（好ましくは液状樹脂又は封止剤）を収容する所定の容器内を減圧する真空含浸法；(2)クロムメッキ処理した鉄系基材を収容した容器内を減圧して脱気し、容器内に樹脂又は封止剤を送液して樹脂を含浸させる真空浸漬含浸法；(3)クロムメッキ処理した鉄系基材を収容した容器内を減圧して脱気し、容器内に樹脂又は封止剤を送液して樹脂を減圧下で含浸させるとともに、さらに容器内を加圧し樹脂又は封止剤を含浸させる方法などにより行なうことができる。含浸時の減圧度は、適当に選択でき、例えば、0.1～100 Torr、好ましくは1～50 Torr、さらに好ましくは1～20 Torr程度である。また、含浸時間は、通常、30秒～1時間、好ましくは1～30分程度である。含浸に先立って、樹脂又は封止剤を、樹脂含浸工程での減圧度と同等又はそれ以下の減圧下で脱気し、気泡の生成を防止するのが好ましい。

【0048】加圧下での樹脂の含浸は、クロムメッキ層の厚みやクロムメッキ条件などに応じて、例えば、圧力1～20 kg/cm<sup>2</sup>、好ましくは2～10 kg/cm<sup>2</sup>程度で行なうことができ、含浸時間は、前記と同様である。

【0049】なお、樹脂の含浸は、室温下で行なってもよく、例えば、30～70℃程度の加熱下で行なってもよい。熱硬化性樹脂又は封止剤を用いる場合、含浸温度は、熱硬化性樹脂又は封止剤の硬化温度未満である場合が多い。

【0050】前記樹脂又は封止剤は、少なくとも1回含浸すればよいが、複数回に亘り含浸してもよい。好ましい樹脂の含浸回数は、1～3回程度である。なお、上記含浸回数は、一連の含浸工程を1回とした回数である。すなわち、真空含浸と加圧含浸とを組合せて樹脂を含浸する場合、真空含浸および加圧含浸の含浸工程を1回とするものである。

【0051】本発明では、熱処理した硬質クロムメッキ層に樹脂又は封止剤を含浸すると、樹脂又は封止剤の含浸量が極めて少なくとも高い耐蝕性を付与できるという特色がある。樹脂又は封止剤の含浸量は、硬質クロムメッキ層のクラック数やクラックの深さなどにより変動するが、通常、硬質クロムメッキ層100gに対して1000mg以下（1重量%以下）、例えば、1～100mg（0.001～0.1重量%）程度である。なお、含浸率は、樹脂含浸に伴う重量増加により評価できる。

【0052】前記含浸処理の後、クロムメッキが施された鉄系基材は、過剰な樹脂又は封止剤を除去するため液

切り工程に供してもよい。また、液切りされた鉄系基材は、洗浄工程に供してもよい。なお、この洗浄工程において、前記樹脂又は封止剤に対して良溶媒を用いると、硬質クロムメッキ層の欠陥部に含浸した樹脂が溶出するので、洗浄溶媒として、前記樹脂又は封止剤に対して貧溶媒を用いるのが好ましい。貧溶媒としては、樹脂又は封止剤の種類に応じて選択できるが、通常、水などが使用できる。なお、貧溶媒による洗浄は、加温又は加熱下で行なってもよく、バブリングやジェット流などによる水流を利用した物理的方法により行なうことができる。

【0053】また、樹脂又は封止剤として熱硬化性樹脂を用いる場合、通常、鉄系基材は硬化工程に供される。熱硬化性樹脂又は封止剤の硬化は、樹脂の硬化温度に応じて、例えば、50～200℃、好ましくは80～150℃程度で行なうことができる。また、熱硬化性樹脂又は封止剤の硬化は、熱水中で行なうこともできる。

【0054】前記樹脂含浸処理の後、メッキ物の硬質クロムメッキ層は、バフ仕上げ工程に供するのが好ましい。硬質クロムメッキ物をバフ仕上げ工程に供することにより、耐蝕性をさらに高めることができる。

【0055】このバフ仕上げは、前記研磨工程と同様に行なうことができる。好ましい方法は、大きな研磨力を作らせて研磨し、順次細かいバフ仕上げを行なう方法である。特に#400～1000程度のリングバフを行なった後、#240～600程度の研磨剤による綿バフやサイザルバフを行なうのが好ましく、その後、オープンサイザルバフを行なうのも好ましい。このような方法でバフ仕上げを行なうと、前記リングバフにより大きな研磨力が作用すると共に、綿バフやサイザルバフにより、メッキ層の突起部などが切削されるだけでなく、塑性変形し、前記メッキ層のクラックなどの開口部が閉塞され、かつ平滑化されるため、耐蝕性が向上する。

【0056】前記メッキ処理工程、加熱処理工程、含浸工程、および仕上げ工程で構成されるサイクルを経て耐蝕性鉄系部材を製造する方法において、少なくとも前記含浸工程を2回以上繰返すと、耐蝕性を高めることができる。このような方法では、鉄系基材が腐蝕性であっても、1回の熱処理により、きわめて高い耐蝕性を付与でき、鉄系部材が殆ど腐蝕することがない。

【0057】さらに、前記メッキ処理工程と、加熱処理工程と、含浸工程と、仕上げ工程とで構成されたサイクルを少なくとも2回繰返すと、加熱処理工程での熱処理温度が低くても、極めて高い耐蝕性を鉄系部材に付与できる。すなわち、加熱処理工程において温度150～200℃程度で熱処理する場合、硬質クロムメッキ層の厚みが薄く、前記サイクルの繰返し数が1回であると、200～500℃程度の熱処理に比べて、耐蝕性が若干劣る場合がある。しかし、前記サイクルを2回以上に亘り繰返すと、鉄系部材が殆ど腐蝕しない。なお、200～500℃程度で熱処理すると、1回のサイクルでも殆ど



腐蝕しない鉄系部材が得られるが、前記サイクルを複数回繰返すことにより、硬質クロムメッキ層の厚みが薄くても、極めて高い耐蝕性を確実に付与できる。前記処理サイクルを繰返すプロセスにおいて、熱処理温度は、例えば、150～600℃程度の範囲から選択できる。なお、含浸工程は、すくなくとも減圧下、又は必要に応じて加圧下と組合せて行なう場合が多い。

【0058】前記サイクルの繰返し数は、2回以上であればよいが、通常、2～3回程度である場合が多い。複数回に亘り硬質クロムメッキを施す場合、各メッキ処理による硬質クロムメッキ層の厚みは、メッキ回数に応じて前記の範囲10～200μmから適当に選択でき、例えば、10～100μm、好ましくは15～50μm程度である。

【0059】なお、複数回に亘り硬質クロムメッキを行なう場合、樹脂含浸した後、硬質クロムメッキ処理すると、通常、含浸した樹脂により均一な硬質クロムメッキ層を形成することが困難である。しかし、前記のサイクルでは、樹脂含浸工程の後、バフ仕上げするので、硬質クロムメッキ処理を複数回行なっても、通常、均一な硬質クロムメッキ層を形成できる。

【0060】このようにして形成された硬質クロムメッキ層の最終的な厚みは、例えば、5～100μm、好ましくは10～80μm、さらに好ましくは15～75μm程度である。最終製品における特に好ましい硬質クロムメッキ層の厚みは、10～50μm（例えば、20～50μm）程度である。得られたシリンダーロッドなどの鉄系部材は、メッキ層にクラックなどが存在していても、苛酷な条件下、例えば、塩水噴霧試験に供しても腐蝕しない。

【0061】例えば、JIS H 8502（1988）に規定するキヤス試験を96時間行なっても、腐蝕面積の指標となるレイティングナンバーは9.0～10.0（例えば9.3～10.0）、好ましくは9.5～10.0、さらに好ましくは9.8～10.0程度、特に10.0程度であり、殆ど腐蝕しない。また、JIS H 8502に規定する塩水噴霧試験を1200時間行なったとしても、レイティングナンバーは9.5～10.0、好ましくは9.8～10.0程度、特に10.0程度であり、殆ど腐蝕しない。

【0062】なお、本発明の方法によれば、腐蝕性鉄系基材に高い耐蝕性を付与できる。そのため、本発明は、種々の腐蝕性鉄系基材、例えば、腐蝕性環境下又は腐蝕が促進される環境下で使用される鉄系部材、特に摺接などにより耐蝕性が低下し易い摺動部材に適用できる。なかでも、種々のシリンダーロッド、例えば、建設機械用シリンダーロッド、特にピストンロッドに好適に適用できる。

【0063】シリンダーロッドは、ロッドの進退動を制御するため、円筒状ロッドの軸方向に位置検出用凹部、

例えば、ロッドの軸方向に散在する凹部、好ましくは所定のピッチで周方向に延びる複数の溝が形成されていてもよい。

【0064】このようなシリンダーロッドにおいて、周方向に形成された複数の溝の位置は、位置検出センサ（例えば、磁気抵抗変化により検出する電磁式位置検出センサ、静電容量により検出するポテンシオメータなどのセンサ）により検出できる。好ましいセンサには、溝に対応して渦電流が流れることを利用して、溝の厚み（深さ）や幅を磁気的手段により検出できる電磁式位置検出センサが含まれる。そのため、ロッドをシリンダのピストンロッドとして使用した場合、シリンダに対するピストンロッドの進退動に応答して生じる渦電流の検出信号をカウントすることにより、ピストンロッドの進退度を検出できる。

【0065】位置検出用凹部は、ロッドの周面全体に亘り形成した環状溝や螺旋状溝、ロッドの軸方向に沿って、周方向に少なくとも部分的に延びる溝が好ましい。特に好ましい位置検出用溝は、ロッドの軸方向に延びる領域に、ロッドの軸方向と直交する周方向に延びている。

【0066】前記溝のピッチは、溝の位置検出精度が低下しない範囲で選択でき、例えば、0.1～50mm、好ましくは0.5～25mm程度である。溝の深さも、溝加工作業性が低下しない範囲で適当に選択できるが、例えば、1～200μm、好ましくは10～150μm、さらに好ましくは25～100μm程度である。

【0067】ロッドの溝は基準マーカとなる基準溝を含んでいてもよい。基準マーカを含むシリンダーロッドは、円筒状の鉄系ロッドの軸方向に、所定のピッチで周方向に延びる複数の位置検出用溝と、これらの溝のピッチよりも大きなピッチで周方向に形成された基準溝とを含んでいる。

【0068】このようなロッドでは、前記基準溝を基準マーカとして利用し、基準溝を検出する位置検出センサからの検出信号を基準信号とし、この基準信号に基づいて、ロッドをシリンダから前進又は後退させることができる。

【0069】基準溝が形成されたロッドを用いると、基準溝で生じる渦電流の検出信号を基準信号として利用できるので、基準点まで、ロッドをシリンダ内に一旦戻した後、ロッドを前進又は後退させる必要がなく、ロッドを基準位置に戻すためのストロークを小さくできる。しかも、前記基準信号を基準として、位置検出用溝で生じる渦電流の検出信号をカウントしながら、ロッドを所定ストロークだけ前進又は後退させることができる。

【0070】なお、基準溝も、溝状に限らず前記位置検出用凹部と同様に形成できる。好ましい基準凹部は、前記と同様に、ロッドの軸方向に沿って、周方向に少なくとも部分的に延びる溝である。特に好ましい基準溝は、

ロッドの軸方向に延びる領域に、ロッドの軸方向と直交する周方向に延びている。

【0071】このようなシリンダーロッドにおいて、前記位置検出用凹部および基準凹部は、前記硬質クロムメッキ層で埋設されていると共に、前記ロッドの表面は表面が平滑な硬質クロムメッキ層で被覆されている。

【0072】前記シリンダーロッドは、鉄系ロッドの軸方向に複数の凹部を形成した後、前記と同様にして硬質クロムメッキ層を形成することにより製造できる。なお、シリンダーロッドの凹部は、スクリーン印刷法、フォトレジスト法、テープマスキング法などにより、凹部に対応する部分を余してレジストを形成し、その後、エッチングすることにより形成できる。

【0073】また、硬質クロムメッキ層の形成に際しては、前記凹部を除くロッドの領域をマスクして硬質クロムメッキを施して、前記マスクを除去し、再度、硬質クロムメッキを施すのが好ましい。この場合、各硬質クロムメッキの後、必要に応じてバフ研磨とともに、前記樹脂含浸と加熱処理とを適当に組合せて行なってもよく、第2の硬質クロムメッキ処理を行なった後、最終的に、前記樹脂含浸と、加熱処理と、必要に応じてバフ研磨とを組合せて行なってもよい。

【0074】なお、マスクを除去した後、クロムメッキ部と鉄系ロッドの鉄とが共存していても、効率的に鉄系ロッドの表面をエッチングするためには、予めエッチング液、好ましくは塩化第2鉄を含むエッチング液を使用してエッチングし、下地を調整するのが好ましい。さらに、引続いて、前記陽極酸化によるエッチング処理を行なうことにより、クロムメッキ部の表面もエッチングされ、鉄系ロッドの表面全体を清浄化及び活性化できる。

【0075】

【発明の効果】本発明の方法によれば、硬質クロムメッキと、加熱処理および樹脂含浸とを組合せているので、硬質クロムメッキ層の厚みが小さくても、耐蝕性に優れる耐蝕性鉄系部材を得ることができる。また、腐蝕性を有する鉄系基材に、ステンレススチールと同等又はそれ以上の耐蝕性を付与できる。さらに、前記の如き優れた特性を有するシリンダーロッドを経済的かつ生産性よく製造できる。

【0076】

【実施例】以下に、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明する。

【0077】実施例1

外径25mmφの低炭素鋼(S43C)製のロッドを脱脂処理し、#320番のリングバフ、#600番のリングバフ、#800番のリングバフおよびサイザルバフによりバフ研磨し、下記のメッキ浴を用い、ロッドを陽極として陽極酸化法により電流密度35A/dm<sup>2</sup>、3分間のエッチングを行なった。

【0078】メッキ浴組成

無水クロム酸：250g/L

硫酸：2.5g/L

三価クロム：1.0g/L

次いで、前記メッキ浴の温度50℃、電流密度35A/dm<sup>2</sup>、メッキ時間100分の条件で、ロッドをクロムメッキし、厚み35μmの硬質クロムメッキ層を形成した。

【0079】得られた硬質クロムメッキ品を、温度180℃で5時間ベーキングし、徐冷した後、樹脂含浸工程に供した。この樹脂含浸工程では、アクリル樹脂系含浸剤(ダイアフロック(株)製、DIAKITE PF-1900)と硬化剤(ダイアフロック(株)製、A-1)とを含む含浸液を用いて行なった。

【0080】すなわち、硬質クロムメッキしたロッドを収容する真空容器内を、真空ポンプにより5Torrで10分間脱気し、前記含浸液を容器内に送液し、5Torrで10分間真空浸漬含浸した後、大気圧下に開放した。次いで、前記容器内を加圧して、圧力5kg/cm<sup>2</sup>で10分間加圧含浸した後、ロッドを取出して過剰な含浸液を液切りし、乾燥炉に入れて150℃で30分間加熱して樹脂を硬化させ、樹脂が含浸した硬質クロムメッキロッドを得た。

【0081】そして、ロッドを徐冷した後、仕上げバフ工程に供し、硬質クロムメッキが施されたピストンロッドを作製した。なお、仕上げバフは、#800番のリングバフおよびサイザルバフの順序で行なった。バフ仕上げにより、硬質クロムメッキ層の厚みは30μmとなった。

【0082】実施例2

硬質クロムメッキ品を230℃で5時間ベーキングし、バフ仕上げにより厚み25μmの硬質クロムメッキ層を形成する以外、実施例1と同様にして、ピストンロッドを得た。

【0083】実施例3

実施例1と同様の低炭素鋼製のロッドを、脱脂処理、バフ研磨およびエッチングにより前処理し、実施例1のメッキ浴を用い、温度50℃、電流密度35A/dm<sup>2</sup>、メッキ時間60分の条件で、クロムメッキし、厚み20μmの硬質クロムメッキ層を形成した。

【0084】得られた硬質クロムメッキ品を、180℃で5時間のベーキング処理及び実施例1と同様の樹脂含浸処理に供し、過剰な含浸液を液切りし、乾燥炉に入れて150℃で30分間加熱して樹脂を硬化させ、樹脂が含浸した硬質クロムメッキロッドを得た。

【0085】ロッドを徐冷した後、実施例1と同様にして、仕上げバフ工程に供し、厚み15μmの硬質クロムメッキ層を形成した。

【0086】次いで、硬質クロムメッキが施されたロッドを、上記と同様のクロムメッキ工程に供し、前記メッキ層上に厚み20μmの硬質クロムメッキ層(合計厚み



35  $\mu\text{m}$ )を形成し、180℃で5時間のベーキング処理工程、樹脂含浸工程および仕上げバフ工程に供し、厚み30  $\mu\text{m}$ の硬質クロムメッキ層が形成されたピストンロッドを得た。

#### 【0087】実施例4

2回のベーキング処理工程におけるベーキング温度をそれぞれ190℃とする以外、実施例3と同様にしてピストンロッドを得た。

#### 【0088】比較例1

ベーキング処理を行なうことなく、実施例1と同様にして、厚み30  $\mu\text{m}$ の硬質クロムメッキ層が形成されたピストンロッドを得た。

#### 【0089】比較例2

樹脂含浸処理を行なうことなく、実施例1と同様にして、厚み30  $\mu\text{m}$ の硬質クロムメッキ層が形成されたピストンロッドを得た。

#### 【0090】比較例3

ベーキング処理及び樹脂含浸処理を行なうことなく、実施例1と同様にして、厚み30  $\mu\text{m}$ の硬質クロムメッキ層が形成されたピストンロッドを得た。

#### 【0091】実施例5

実施例1のロッドに代えて、外径65mm $\phi$ の低炭素鋼(S43C)製のロッド(ロッド全体の長さ590mm、シャフトの長さ120mm)を用い、実施例1と同様にして、厚み30  $\mu\text{m}$ の硬質クロムメッキ層を形成した。

【0092】次いで、コイル(内径86mm $\phi$ 、幅20mm)の中空部に前記ロッドを配し、電圧300V、高周波発生機の出力50kw、周波数5.0kHz、コイルの送り速度2.8m/分の条件で高周波加熱処理した。なお、上記条件で処理したときのピストンロッドの表面温度を測定したところ、220℃であった。

【0093】加熱処理したピストンロッドを、実施例1と同様にして樹脂含浸工程に供し、樹脂を含浸した後、最終バフ仕上げに供し、硬質クロムメッキ層の厚み27  $\mu\text{m}$ のシリンダーロッドを作製した。

#### 【0094】実施例6

実施例5のコイルを用い、高周波加熱条件を、電圧460V、高周波発生機の出力80kw、周波数6.0kHz、コイルの送り速度3.3m/分とする以外、実施例5と同様にして、シリンダーロッドを作製した。なお、上記の条件で高周波加熱処理したときのピストンロッドの表面温度を測定したところ、500℃であった。

【0095】そして、各実施例及び比較例で得られたピストンロッドを、JIS H 8502(1988)に規定するキヤス試験方法に供し、噴霧時間の経過に伴うロッドの腐蝕欠陥(耐蝕性)の程度を、レイティングナンバー標準図表により評価した。なお、キヤス試験における試験液は、塩化ナトリウム濃度40g/Lの水溶液に、塩化第2銅・2水和物0.268gを溶解し、酢酸によりpH3.0に調整することにより得た。また、キヤス試験は50℃で行なった。結果を表1に示す。

【0096】なお、腐蝕試験においては、腐蝕の程度が小さいにも拘らず、腐蝕箇所から錆が流れて見掛け上、腐蝕の程度が過大に評価される場合がある。そのため、表中、試験時間48時間の結果においては、試験に供したピストンロッドそのものについて腐蝕の程度を示すとともに、ロッド表面を拭いて清浄化した後の腐蝕の程度も評価した。

【0097】レイティングナンバー標準図表は、全腐蝕面積率(%)に対応し、全腐蝕面積とレイティングナンバーとの関係は、以下の通り、数値が大きい程、耐蝕性が高い。

#### 【0098】

全腐蝕面積(%)	レイティングナンバー
0	10
0~0.02	9.8
0.02~0.05	9.5
0.05~0.07	9.3
0.07~0.10	9.0
0.10~0.25	8
0.25~0.50	7
0.50~1.00	6
1.00~2.50	5
2.50~5.00	4
5.00~10.0	3
10.0~25.0	2
25.0~50.0	1

#### 【0099】

#### 【表1】

表 1

	キャス試験時間			
	6 時 間	2 4 時 間	4 8 時 間	
			拭取り前	拭取り後
実施例 1	10.0	9.8	9.3	10.0
実施例 2	10.0	9.8	9.3	10.0
実施例 3	10.0	10.0	9.8	10.0
実施例 4	10.0	9.8	9.5	10.0
比較例 1	9.8	9.0	8.0	9.0
比較例 2	9.8	8.0	7.0	8.0
比較例 3	6.0	2.0	1.0	3.0
実施例 5	10.0	9.8	9.3	10.0
実施例 6	10.0	9.8	9.3	10.0

表1より、各実施例のピストンロッドは、加熱処理又は樹脂含浸処理を行なわなかった比較例のロッドに比べて、耐蝕性が著しく高い。また、加熱処理と樹脂含浸処理との組合せにより、ピストンロッドの耐蝕性は大きく向上する。特に複数回に亘りメッキ処理、加熱処理および樹脂含浸処理を行なうと、ピストンロッドの耐蝕性が顕著に向上する。

#### 【0100】比較例4

外径40mmφのステンレススチール(SUS304)製のロッドを用い、メッキ時間を長くする以外、実施例1と同様にしてクロムメッキし、厚み50μmの硬質クロムメッキ層を形成した。

#### 【0101】比較例5

外径40mmφの低炭素鋼(S43C)製のロッドに厚み30μmの硬質クロムメッキ層を形成し、120℃で30分間熱処理する以外、実施例1と同様にして、硬質クロムメッキ層の厚み25μmのピストンロッドを得た。

#### 【0102】実施例7

外径40mmφの低炭素鋼(S43C)製のロッドに厚み30μmの硬質クロムメッキ層を形成し、250℃で4時間30分熱処理する以外、実施例1と同様にして、硬質クロムメッキ層の厚み25μmのピストンロッドを得た。

#### 【0103】実施例8

250℃で6時間熱処理する以外、実施例7と同様にして、硬質クロムメッキ層の厚み25μmのピストンロッドを得た。

#### 【0104】実施例9

外径40mmφの低炭素鋼(S43C)製のロッドに厚み30μmの硬質クロムメッキ層を形成し、250℃で6時間熱処理した後、樹脂の含浸処理を2回行なう以外、実施例1と同様にして、硬質クロムメッキ層の厚み30μmのピストンロッドを得た。

#### 【0105】実施例10

外径40mmφの低炭素鋼(S43C)製のロッドを、脱脂処理、バフ研磨およびエッチングにより前処理し、実施例1のメッキ浴を用い、温度50℃、電流密度35A/dm<sup>2</sup>で、クロムメッキし、厚み30μmの硬質クロムメッキ層を形成した。

【0106】得られた硬質クロムメッキ品を、200℃で4時間30分のベーキング処理及び実施例1と同様の樹脂含浸処理に供し、過剰な含浸液を水洗および90℃での湯洗により除去し、乾燥炉に入れて150℃で30分間加熱して樹脂を硬化させ、樹脂が含浸した硬質クロムメッキロッドを得た。

【0107】ロッドを徐冷した後、実施例1と同様にして、仕上げバフ工程に供し、厚み20μmの硬質クロムメッキ層を形成した。

【0108】次いで、硬質クロムメッキが施されたロッドを、上記と同様のクロムメッキ工程に供し、前記メッキ層上に厚み30μmの硬質クロムメッキ層(合計厚み50μm)を形成するとともに、上記と同様のベーキング処理工程(200℃で4時間30分)、樹脂含浸工程および仕上げバフ工程に供し、厚み35μmの硬質クロムメッキ層が形成されたピストンロッドを得た。

#### 【0109】実施例11

2回のベーキング処理工程において250℃で4時間30分のベーキングを行なう以外、実施例10と同様にしてピストンロッドを得た。

#### 【0110】実施例12

各クロムメッキ工程で厚み15μmの硬質クロムメッキ層を形成し、各ベーキング処理工程で250℃で6時間ベーキングする以外、実施例10と同様にしてピストンロッドを得た。

【0111】前記比較例4、5および実施例7～12で得られたピストンロッドを、前記と同様のキャス試験に供し、96時間および480時間におけるロッドの腐蝕

欠陥（耐蝕性）の程度を、レイティングナンバー標準図表により評価した。また、JIS H 8502に規定する中性塩水噴霧試験方法（塩化ナトリウムの調製時の濃度40g/L、pH6.5～7.2）に供し、塩水噴霧時間1200時間における腐蝕欠陥（耐蝕性）の程度を、レイティングナンバー標準図表により評価した。さ

らに、参考までに、前記比較例3と同様にして得られたピストンロッドについても耐蝕性を調べた。結果を表2に示す。

【0112】

【表2】

表 2

	キヤス試験時間				塩水噴霧試験 1200時間
	96時 間		480時間		
	拭取り前	拭取り後	拭取り前	拭取り後	
比較例3	1. 0	8. 0	1. 0	—	5. 0
比較例4	9. 8	10. 0	6. 0	6. 0	9. 8
比較例5	1. 0	8. 0	1. 0	5. 0	5. 0
実施例7	9. 0	10. 0	9. 0	10. 0	9. 8
実施例8	10. 0	10. 0	10. 0	10. 0	10. 0
実施例9	10. 0	10. 0	10. 0	10. 0	10. 0
実施例10	9. 3	10. 0	9. 0	10. 0	10. 0
実施例11	10. 0	10. 0	9. 5	10. 0	10. 0
実施例12	10. 0	10. 0	10. 0	10. 0	10. 0

表2より明らかなように、熱処理温度を高めたり、含浸処理を複数回行なったり、メッキ工程、熱処理工程、含浸工程などを複数回繰返すと、殆ど腐蝕しないピストンロッドが得られる。また、実施例のピストンロッドは、いずれも高い光沢および撥水性を維持していた。特に、実施例8～12のピストンロッドは、比較例4のステン

レススチールと同等又はそれ以上の耐蝕性を示し、耐蝕性が顕著に改善され、腐蝕することがなかった。なお、比較例4のピストンロッドでは、キヤス試験480時間（20サイクル）においてクロムが腐蝕して白錆が生成し、塩水噴霧試験では僅かに赤錆が生成していた。

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 6

// C 2 5 D 3/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所